

ORIGINALES**NIVELES DE ^{222}Rn EN EL BALNEARIO LAS CALDAS DE BESAYA (CANTABRIA)****J. Soto, M. T. Delgado, P. Fernández, J. Gómez y, L. S. Quindós**

Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas. Facultad de Medicina. Universidad de Cantabria.

RESUMEN

Se han analizado los niveles de ^{222}Rn en el agua y en el aire del balneario Las Caldas de Besaya a lo largo de un año. Los valores de la concentración de radón en el aire del interior del balneario son elevados alcanzando los 10^4Bq/m^3 . A partir de los valores encontrados hemos calculado la dosis de radiación para pacientes y trabajadores del balneario resultante de la exposición a estos niveles de radón y comparado aquella con la dosis promedio de origen natural.

ABSTRACT **^{222}Rn Levels at "Las Caldas de Besaya" Spa in Cantabria.**

^{222}Rn levels in the water and air of the Las Caldas de Besaya spa have been analysed during a year period. The measured values are high in the indoor air of the spa with maximum concentrations of 10^4Bq/m^3 . The dose equivalent for patients and workers resulting to exposure of these radon levels were calculated and compared with the derived from the mean natural radiation.

INTRODUCCION

La existencia de concentraciones elevadas de ^{222}Rn , radón, en el interior de viviendas se justifica, generalmente, por la entrada del gas emanado del terreno en las edificaciones. Esta justificación se debe a que la concentración de ^{226}Ra en el terreno y la permeabilidad de éste son, junto con las características de la construcción, los factores principales que determinan la entrada del gas al interior de las viviendas^{1,2}. Sin embargo, en determinadas situaciones concretas es el agua el que actúa como primera fuente de radón en el interior de los edificios. Así, cuando proviene de capas profundas o ricas en

^{226}Ra y aflora con un caudal suficiente puede transportar una gran concentración de radón disuelto en cuyo caso proporciona la mayor parte de la concentración de radón en el aire³.

Una situación, en la que es clara la importancia del agua como fuente de radón al aire, se produce en los balnearios llamados radiactivos (radón spas), en los que existe una cantidad grande del gas disuelto en el agua que mana al interior de la edificación del balneario. Este hecho se produce en el balneario de Las Caldas de Besaya (Cantabria), en el que la entrada de agua conteniendo radón produce elevadas concentraciones de éste en el aire. En este trabajo hemos estudiado las concentraciones de radón, tanto en el agua como en el aire del balneario y evaluado las dosis de radiación debidas al gas a que se encuentran sometidos, tanto los pacientes tratados como los trabajadores del balneario.

Correspondencia:
Jesús Soto Torres
Departamento de Ciencias Médicas y Quirúrgicas. Facultad de Medicina.
Cardenal Herrera Oria, s/n, 39011 Santander
Teléf. (942) 34 75 00. Fax: (942) 34 79 42.

MATERIAL Y METODO

La determinación de los niveles de ^{222}Rn en el interior del balneario de Las Caldas de Besaya se ha realizado midiendo la concentración del gas, tanto disuelto en el agua como en el aire del interior del balneario.

La medida de la concentración de radón disuelto en el agua que aflora al balneario se ha realizado a lo largo de un año, entre junio de 1988 y junio de 1989, con una periodicidad bimestral. Las muestras de agua se recogieron directamente en el afloramiento del manantial, mediante portamuestras de metacrilato de 0,8 y 2.8 l. de capacidad con geometría Marinelli, adaptada a las dimensiones del detector, que se cierran herméticamente después de llenados. Para calcular la concentración de radón disuelto en el agua, las muestras se miden a las pocas horas de recogidas, utilizando la técnica de la espectrometría gamma ^{4,5}. Para ello se dispone de un detector de INa(Tl) de dimensiones 3" x 3", protegido de la radiación exterior por un castillete de plomo y unido a un analizador multicanal. Las muestras se cuentan durante un intervalo de tiempo de 6 horas y se calcula la concentración de ^{222}Rn a partir de los contajes bajo los fotopicos de 0,61 y 1,76 Mev del ^{214}Bi en el espectro obtenido. El sistema se ha calibrado mediante muestras de ^{226}Ra de actividad conocida en equilibrio con sus descendientes, preparadas con la misma geometría que las muestras a medir. La hermeticidad de los portamuestras ha sido estudiada midiendo el decaimiento radiactivo de las muestras recogidas. En las condiciones experimentales usadas el límite de detección del método es 2 Bq/l para el radón disuelto.

Complementariamente a las medidas anteriores hemos determinado la concentración de ^{226}Ra disuelto en el agua. Para ello se somete a las muestras a un proceso

de separación radioquímica, añadiendo una cantidad conocida de bario inactivo como portador que precipita como sulfato a la vez que los isótopos del radio. El precipitado se transfiere a una plancheta sobre la que se coloca un disco de SZn y se mantiene en un desecador hasta el momento del recuento. La muestra así obtenida se cuenta durante 12 horas mediante un sistema compuesto por fotomultiplicador, amplificador y contador para determinar su actividad alfa. Con las condiciones experimentales usadas el límite de detección del método es de 4 mBq/l para el ^{226}Ra disuelto ⁶.

La medida de la concentración de ^{222}Rn , existente en el aire del interior del balneario, se ha realizado de manera puntual durante varios días del mes de junio de 1989 en 12 puntos del balneario. Para estas medidas hemos recogido muestras de aire con células de metacrilato de 1 l. de capacidad, en las que se hace previamente el vacío. Las células están recubiertas interiormente por una lámina de SZn y son contadas, mediante un sistema compuesto por fotomultiplicador y contador, durante un intervalo de 10 mn., transcurridas tres horas desde su recogida. En estas condiciones el límite de detección del método es de 15 Bq/m³ para la concentración de radón en el aire ⁷. El método de medida utilizado permite una obtención rápida de resultados, a la vez que una estimación razonable de los valores medios de la concentración de radón.

RESULTADOS OBTENIDOS

El balneario de Las Caldas de Besaya posee siete manantiales de agua aunque solamente dos de ellos afloran con un caudal importante. Ambos emergen a una sala de grandes dimensiones, de aproximadamente 1.000 m³ de volumen, denominada sala de termas, situada en el

piso inferior al de la sala de entrada al balneario. La medida de la concentración de radón disuelto en el agua en la surgencia de los dos manantiales ha dado valores de 820 y de 56 Bq/l. El agua que procede del primero de ellos circula a través de cañerías hasta los baños, situados en la misma sala, donde la concentración de radón medida ha sido de 560 Bq/l. La concentración de radón en el manantial más radiactivo presenta valores notablemente constantes a lo largo del año, con variaciones menores que el 5 por 100 del valor medio señalado. Estos resultados son comparables con los que se encuentran en otros balnearios, situados en regiones de características geológicas semejantes a Cantabria ⁸.

La concentración de ^{226}Ra ha sido medida a lo largo de un año en el mismo conjunto de muestras en las que se mide el ^{222}Rn . El valor medio obtenido ha sido de 840 mBq/l para la concentración de radio disuelto con pequeñas variaciones, menores del 10 por 100, con respecto a este valor medio. Como suele ocurrir en el caso de aguas subterráneas, el ^{222}Rn y el ^{226}Ra están muy lejos del equilibrio radiactivo con una notable desproporción del primero respecto al segundo ⁹.

La concentración del radón en el aire del interior del balneario ha sido medida en distintas zonas de la sala de termas, incluyendo puntos en la proximidad de los manantiales, interior de las habitaciones de baño y ducha y sala de inhalación. Igualmente ha sido medida en la sala superior de entrada al balneario. Los valores encontrados oscilan entre 3.560 y 6.650 Bq/m³ en distintos puntos de la sala de termas. En las proximidades de los dos manantiales, a 20 cm de la superficie del agua, las concentraciones de radón en el aire son algo más elevadas, de 10.100 y 7.770 Bq/m³. Los valores encontrados en la sala de entrada han sido menores con una media de 580 Bq/m³. Cabe señalar que, en todos los casos, la concentración

de radón medida es muy superior a la que se encuentra en promedio en el interior de viviendas que posee un valor de 40 Bq/m³ ⁷.

Los datos anteriores permiten hacer una estimación de la correspondencia que debe existir entre las concentraciones de radón en el agua y en el aire del interior del balneario. Sabiendo que el caudal de agua del manantial más radiactivo es de 300 l/mn y su concentración en radón de 820 Bq/l y suponiendo que el agua de los baños, con su concentración de radón, se vierte al exterior en el río Besaya, se generan en el interior del balneario $4,68 \times 10^6$ Bq/h. Si suponemos condiciones estacionarias y una tasa de ventilación de 1 intercambio/h, la anterior generación de radón da lugar a una concentración del gas en el aire de 4680 Bq/m³, en buen acuerdo con los valores encontrados.

De la misma manera se ha medido la concentración de radón en el aire que se utiliza en el tratamiento balneoterápico por inhalación. Este aire proviene directamente del manantial y es respirado por los pacientes mediante tubos de inhalación, para aprovechar la acción de los gases que posee el agua en disolución. La concentración de radón medida, tomando las muestras de aire directamente de los inhaladores, está comprendida entre 99.400 y 102.700 Bq/m³.

DOSIS DE RADIACION DEBIDAS AL RADON

De las dos formas básicas de tratamiento balneoterápico, baño e inhalación, solamente la segunda contribuye a dar lugar a dosis importantes de radiación ¹⁰. Así, puede estimarse que la dosis a los pacientes en un tratamiento por baños, 15 baños de 20 mn cada uno, con agua conteniendo radón en una concentración de 560 Bq/l únicamente da lugar

a una dosis equivalente efectiva de 0,02 mSv. Esta dosis es debida principalmente, por la baja permeabilidad de la piel al agua y a las sustancias disueltas en ella, a la radiación directa que incide sobre el cuerpo.

La inhalación de aire conteniendo radón da lugar a una dosis de radiación en el sistema respiratorio. Esta dosis es debida a la desintegración de los descendientes del radón en el epitelio bronquial, donde se depositan en la respiración con los aerosoles a los que se encuentran vinculados. El cálculo de la dosis de radiación recibida, a partir de la concentración de radón en el aire, puede hacerse a partir de determinados modelos dosimétricos que simulan la retención de aerosoles en el sistema respiratorio¹¹. Aunque este cálculo está, seguramente, sujeto a una considerable incertidumbre, puede estimarse que la dosis, para una concentración de radón de 40 Bq/m³ en el aire y un tiempo de permanencia de 8 horas/día durante todo el año, es de 35 mSv al conjunto del epitelio bronquial y 1,1 mSv para la dosis equivalente efectiva, suponiendo un factor de equilibrio de 0,5 entre el radón y sus descendientes.

De acuerdo con las concentraciones medidas en el aire del interior del balneario, puede calcularse la dosis equivalente efectiva recibida por los trabajadores como aproximadamente 100 veces mayor, 25 veces si se considera que funciona únicamente durante la temporada estival. De la misma manera puede calcularse la dosis de radiación recibida por los pacientes, sometidos a tratamiento por inhalación. Con la concentración de radón medida directamente en los inhaladores, la dosis resultante de un tratamiento típico de 12 sesiones de inhalación de 2 h cada una es de 250 mSv al epitelio bronquial y de 7 mSv al cuerpo entero.

Los valores anteriores de las dosis recibidas en el balneario tienen una ma-

yor significación cuando se comparan con la dosis promedio anual, debido a causas naturales de 2,4 mSv/año a todo el cuerpo (1,12). Según los datos anteriores, tanto las dosis que reciben los pacientes sometidos a tratamiento de inhalación como los trabajadores, resultan ser elevadas comparadas con dicho fondo natural. Este hecho está justificado en el caso de los pacientes en función del beneficio que se alcanza como consecuencia del tratamiento. Como es bien conocido, la radiactividad existente en el agua de algunos balnearios es un factor importante en el tratamiento que se realiza en ellos y, en este sentido, el balneario de Las Caldas de Besaya posee unas condiciones ideales por las características de sus aguas para realizar este tratamiento por la radiactividad. En el caso de los trabajadores, en cambio, se pone de manifiesto la conveniencia de un control de las dosis recibidas por esta causa natural para que no alcancen valores elevados.

Queremos agradecer aquí al director y al personal del balneario de Las Caldas de Besaya las facilidades que tan amablemente nos han dado, para la recogida de muestras de agua y de aire en el interior del balneario.

BIBLIOGRAFIA

1. Quindos LS, Soto J, Fernández PL, et al. Radon, principal fuente de radiación natural. *Rev Esp de Física* 1989; 3: 22-27.
2. Slunga E. Radon classification of building ground. *Radiation Protection Dosimetry* 1988; 24:39-42.
3. Hess CT, Michel J, Horton Tr et al. The occurrence of radioactivity in public water supplies. *Health Physics* 1985; 48: 553-586.
4. Soto J, Quindos LS, Díaz-Caneja N et al. ²²⁶Ra and ²²²Rn in natural waters in two typical locations in Spain. *Radiation Protection Dosimetry* 1988; 24: 109-11.

5. Garzon L y Quintana A. Análisis de radionucleidos naturales en el balneario de Las Caldas (Oviedo). *Anales de Física B*, 1987; 83: 244-250.
6. EPA 76: National Interim Primary Drinking Water Regulations. *US EPA 570*, 1976.
7. Quindos LS. Niveles de radón en España. *Universidad de Cantabria*, 1989.
8. Kobal J and Revier A. Radioactivity of the Atomic Spa at Podcetrtek Slovenia, Yugoslavia. *Health Physica*, 1987; 53: 307-310.
9. Danali S: The Radioactivity of Spas on the greek island Ikaria and influencing factors. *Health Physics*, 1986; 50: 509-513.
- 10- Steinhausler F: Radon spas: Source term, doses and risk assessment. *Radiation Protection Dosimetry*, 1988; 24:257-259.
11. National Council on Radiation Protection and Measurements. Report 78, NCRP, 1984.
12. Hughes JS, Shaw KB and O'Riordan MC. Radiation exposure of the population. 1988 Review, Chilton: *NEPB R227*, 1989.